

# MANUFACTURE OF THIN-FILM SEMICONDUCTOR DEVICE

Publication number: JP8148692

Publication date: 1996-06-07

Inventor: SUZUKI NOBUAKI

Applicant: SONY CORP

Classification:

- international: H01L21/20; H01L21/02; H01L21/268; H01L21/336;  
H01L27/12; H01L29/786; H01L21/02; H01L27/12;  
H01L29/66; (IPC1-7): H01L29/786; H01L21/20;  
H01L21/268; H01L21/336; H01L27/12

- European:

Application number: JP19940314151 19941124

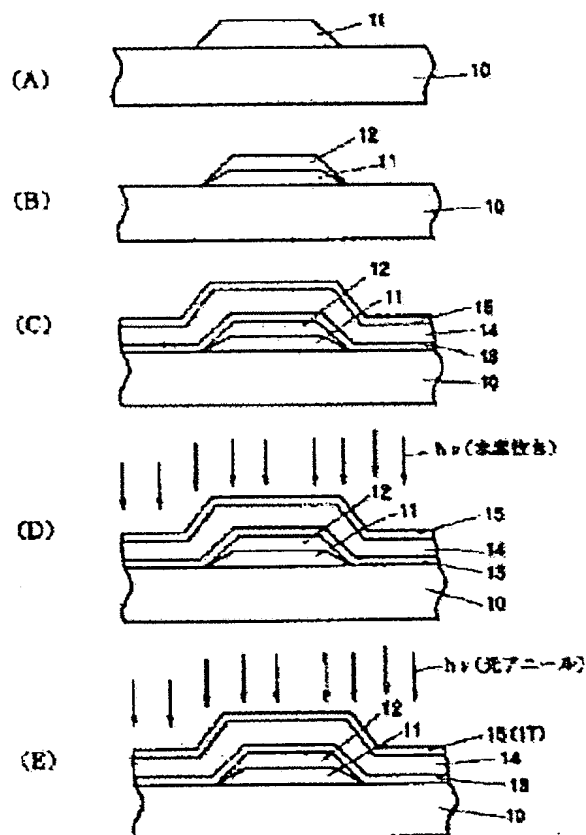
Priority number(s): JP19940314151 19941124

Report a data error here

## Abstract of JP8148692

**PURPOSE:** To make a dense film by irradiating high-energy light of shorter wavelengths when that of an optical absorption end and thereby separating hydrogen.

**CONSTITUTION:** On an insulating substrate 10 which is made of glass, etc., a gate electrode 11 is formed. Then, the gate electrode 11 is anodic-oxidized and thereby is covered by an anodic oxide film 12. Next, a SiNx film 13, an SiO<sub>2</sub> film 14, and an a-Si film 15 are formed continuously by P-CVD. The SiNx film 13 and the SiO<sub>2</sub> film 14 work as gate insulating films, especially the SiNx film 13 serves for a getter of movable ions such as Na<sup>+</sup> ions. On the other hand, the a-Si film 15 is later converted to a polycrystalline silicon film and then is used as an active layer of a thin-film transistor. Light energy  $h\nu$  of the first kind is irradiated on the a-Si film 15 to separate hydrogen included in the film. Then, light energy of the second kind is irradiated on the a-Si film 15 to convert that film to a polycrystalline silicon film 17. As for the light energy of the second kind, laser light of relatively high output can be irradiated by single shots. Pulsed excimer laser can be used as a source of energy.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

14/17

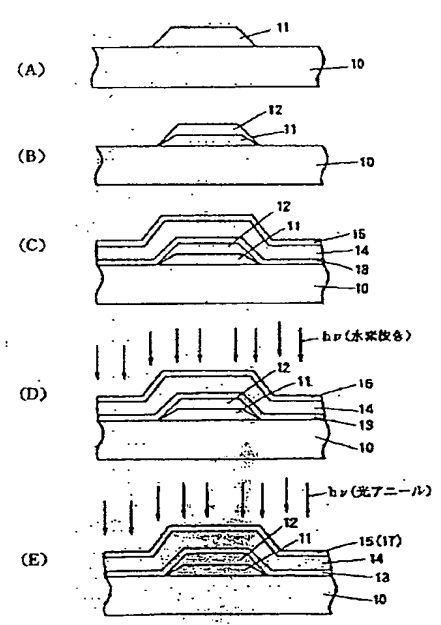
(19) 日本国特許庁 (J P)      (12) 公開特許公報 (A)      (11) 特許出願公開番号  
 特開平8-148692  
 (43) 公開日 平成8年(1996)6月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 29/786				
21/336				
21/20				
21/268	Z			
		9056-4M	H 0 1 L 29/78	6 2 7 G
審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願平6-314151	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成6年(1994)11月24日	(72) 発明者	鈴木 信明 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 鈴木 晴敏

(54) 【発明の名称】 薄膜半導体装置の製造方法

(57) 【要約】  
 【目的】 非晶質半導体薄膜の含有水素を効率的に除去する。  
 【構成】 薄膜半導体装置の製造において、先ず成膜工程を行ない絶縁基板10上に水素を含有した状態で非晶質シリコン膜15を形成する。次に脱水素工程を行ない、非晶質半導体薄膜15に第一種の光エネルギーhνを照射して含有水素を離脱させ、所謂水素抜きを実施する。次に多結晶化工程を行ない、非晶質シリコン薄膜15に第二種の光エネルギーhνを照射して多結晶シリコン薄膜17に転換する。この光アニール処理の後、多結晶シリコン薄膜17を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する。



FP01-0144-07US-HP  
 07.11.13  
 OA

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に水素を含有した状態で非晶質半導体薄膜を形成する成膜工程と、  
該非晶質半導体薄膜に第一種の光エネルギーを照射して含有水素を離脱させる脱水素工程と、  
該非晶質半導体薄膜に第二種の光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換する多結晶化工程と、  
該多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する加工工程とを行なう薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記脱水素工程は第一種の光エネルギーとして比較的低出力のレーザー光を連続的に照射し、前記多結晶化工程は第二種の光エネルギーとして比較的高出力のレーザー光を単発的に照射する請求項1記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記加工工程は予めパタニングされたゲート電極の上に形成された多結晶半導体薄膜を活性層としてボトムゲート型の薄膜トランジスタを集積形成する請求項1記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項4】 絶縁基板上に水素を含有した状態で非晶質半導体薄膜を形成する成膜工程と、  
該非晶質半導体薄膜に第一種の光エネルギーを照射して含有水素を予め除去する脱水素工程と、  
該非晶質半導体薄膜に第二種の光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換する多結晶化工程と、  
該多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する第一加工工程と、  
個々の薄膜トランジスタに接続して画素電極をパタニング形成する第二加工工程と、  
所定の間隙を介して該絶縁基板に対向基板を接合し且つ該間隙に液晶を封入する組立工程とを行なう液晶表示装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する薄膜半導体装置の製造方法に関する。詳しくは、非晶質半導体薄膜に光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換する光アニール方法に関する。さらに詳しくは、光アニールに先立って非晶質半導体薄膜の含有水素を離脱させる前処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図4及び図5を参照して従来の薄膜半導体装置の製造方法を簡潔に説明する。まず図4の工程(A)で絶縁基板10の上に金属のゲート電極11をパタニング形成する。次に工程(B)でゲート電極11の表面に陽極酸化膜12を形成する。工程(C)に進み、プラズマ化学気相成長(P-CVD)により、SiN<sub>x</sub>膜13、SiO<sub>2</sub>膜14、非晶質シリコン(a-Si)膜15を順次積層して成膜する。P-CVDを用いると

a-Si膜15を比較的低温で成膜できる為有利である。しかしながら、原料気体としてシランと水素の混合ガスを用いる為、a-Si膜15には比較的多量の水素が含有されている。そこで、従来この含有水素を離脱させる為、窒素雰囲気中で400℃2時間程度の加熱処理を行っていた。この後工程(D)に進み、エキシマレーザー光等の光エネルギーhνを照射し、a-Si膜15を多結晶シリコン膜17に転換する。この処理は光アニールと呼ばれている。前処理として含有水素の離脱(水素抜き)を行わないと、この光アニールで水素が突沸し、多結晶シリコン膜17の表面ラフネスが悪化する。

【0003】次に図5の工程(E)に進み、多結晶シリコン膜17の上にエッチングストップ16をパタニング形成する。続いて工程(F)で不純物を高濃度に含有した低抵抗シリコン膜(doped Si膜)18を成膜する。さらに工程(G)で光エネルギーhνを照射し不純物を活性化する。最後に工程(H)でdoped Si膜18をエッチングソース領域19及びドレイン領域20に加工する。その上にソース電極21及びドレイン電極22をパタニング形成する。以上によりボトムゲート型の薄膜トランジスタが完成する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の薄膜半導体装置製造方法では、水素抜きの工程で熱処理(熱アニール)を採用しており、その加熱条件は窒素雰囲気中400℃2時間程度である。しかしながら、熱アニールを行なうと絶縁基板とその上に形成した膜との間の熱膨張率の差等から、熱ストレスにより膜剥離が生じるという課題があった。又、生産性の観点からも、熱アニールにかかる時間が長いという欠点がある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上述した従来の技術の課題に鑑み、本発明は簡便且つ信頼性の高い方法で水素抜きを可能とする薄膜半導体装置の製造方法を提供する事を目的とする。かかる目的を達成する為に以下の手段を講じた。即ち、本発明によれば薄膜半導体装置は以下の工程により製造される。先ず成膜工程を行ない、絶縁基板上に水素を含有した状態で非晶質半導体薄膜を形成する。次に脱水素工程を行ない該非晶質半導体薄膜に第一種の光エネルギーを照射して含有水素を離脱させる。続いて多結晶化工程を行ない、該非晶質半導体薄膜に第二種の光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換する。最後に加工工程を行ない、該多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する。例えば、前記脱水素工程(水素抜き工程)では、第一種の光エネルギーとして比較的低出力のレーザー光を連続的に照射する。一方、前記多結晶化工程では第二種の光エネルギーとして比較的高出力のレーザー光を単発的に照射する。

又、前記加工工程では予めパタニングされたゲート電極の上に形成された多結晶半導体薄膜を活性層として、ボ

トムゲート型の薄膜トランジスタを集積形成している。  
 【0006】本発明は一応用として、アクティブマトリクス型液晶表示装置の製造にも適用できる。この場合、先ず成膜工程を行ない絶縁基板上に水素を含有した状態で非晶質半導体薄膜を形成する。次に脱水素工程を行ない該非晶質半導体薄膜に第一種の光エネルギーを照射して含有水素を予め除去する。続いて多結晶化工程を行ない該非晶質半導体薄膜に第二種の光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換する。さらに第一加工工程を行ない該多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する。次に第二加工工程に進み、個々の薄膜トランジスタに接続して画素電極をパタニング形成する。最後に組立工程を行ない、所定の間隙を介して該絶縁基板に対向基板を接合し且つ該間隙に液晶を封入する。以上により、アクティブマトリクス型の液晶表示装置が完成する。

【0007】

【作用】本発明によれば、非晶質半導体薄膜（例えばa-Si膜）をP-CVD等で成膜した後、この半導体材料の光学吸収端より高いエネルギーを持つ短波長側の光を照射し、水素抜きを行なっている。この脱水素工程の後通常の光アニールを行ない、安定且つ効率的に非晶質半導体薄膜の多結晶化を実施する。半導体材料として非晶質シリコン（a-Si）を例に挙げると、その光学吸収端（バンドギャップ）は1.7～1.8eV程度である。これを波長に換算すると700nm近辺の光エネルギーとなる。これより短波長側の光を照射する事により、a-Siは光吸収により励起状態となる。この光吸収により様々な反応を起すが、その中で水素の離脱が生じ、膜が緻密化する。この光吸収反応は熱反応に比べ速度が速く効率的である。又、基板と薄膜の熱膨張率の差に起因する膜剥離がない為、生産性や信頼性も良い。

【0008】

【実施例】以下図面を参照して本発明の好適な実施例を詳細に説明する。図1及び図2は本発明にかかる薄膜半導体装置製造方法の基本的な工程図である。本例では低温プロセスによりボトムゲート型の薄膜トランジスタを集積形成している。先ず図1の工程（A）で、ガラス等からなる絶縁基板10の上にゲート電極11を形成する。ゲート電極材料としてはMo、Ta、Al等の金属あるいはこれらの合金を用いる事ができる。次に工程（B）で、ゲート電極11を陽極酸化し、陽極酸化膜12で被覆する。続いて成膜工程（C）に移り、P-CVDによりSiNx膜13、SiO<sub>2</sub>膜14、a-Si膜15を連続成膜する。SiNx膜13とSiO<sub>2</sub>膜14はゲート絶縁膜として機能する。特にSiNx膜13はNa<sup>+</sup>等可動イオンのゲッターとして機能する。一方、a-Si膜15は後工程で多結晶シリコン膜（poly Si膜）に転換され薄膜トランジスタの活性層として用いられる。P-CVDを用いた場合300℃程度でa

-Si膜15を低温成膜できるが、原料気体としてシランと水素の混合ガス等を用いる為、a-Si膜は比較的多量の水素を含有している。

【0009】続いて脱水素工程（D）に移り、a-Si膜15に第一種の光エネルギーhνを照射して含有水素を離脱させる。即ち、水素抜きを行なう。例えば、超高圧水銀灯等を光源として用い、紫外線を一定時間照射して水素抜きを行なう。あるいは、ArレーザやYAGレーザ等の連続発振型レーザ光源を用い、第一種の光エネルギーとして比較的低出力のレーザ光を連続的に照射し、水素抜きを行なっても良い。なお、Si-Hの結合エネルギーは3.1eVであり、波長に換算すると400nm程度である。又、Si-Siの結合エネルギーは2.7eVであり、波長に換算すると460nmである。光エネルギーの吸収によりこれらの結合の解離反応が生じ、含有水素が効率的に除去できる。なお、この水素抜き処理は真空中もしくは窒素ガス等の不活性ガス雰囲気中で実施する事が望ましい。

【0010】次に多結晶化工程（E）に進み、a-Si膜15に第二種の光エネルギーを照射して多結晶シリコン膜（poly Si膜）17に転換する。この第二種の光エネルギーとして比較的高出力のレーザ光を単発的に照射する事ができる。例えばレーザパルスをワンショットで照射し、a-Si膜15の一括加熱処理を行なう。この光アニールによりa-Si膜15は一旦熔融した後結晶化し比較的大粒径のpoly Si膜17に転換される。レーザパルスとしては例えばエキシマレーザ光を用いる事ができる。エキシマレーザ光は強力なパルス紫外光である為、a-Si膜15の表面層で吸収され、その部分の温度を上昇させるが、絶縁基板10まで加熱する事はない。ガラス等からなる絶縁基板10に例えば厚み30nmのa-Si膜15をP-CVDで成膜した場合、XeClエキシマレーザ光を照射した時の熔融閾値エネルギーは130mJ/cm<sup>2</sup>程度である。膜厚全体が熔融するには例えば220mJ/cm<sup>2</sup>程度のエネルギーが必要である。

【0011】次に図2の工程（F）に移り、SiO<sub>2</sub>膜16をエッチングストッパーとしてパタニング形成する。これは、活性層の保護膜として機能するものである。次に工程（G）で、燐等のn型不純物を高濃度にドーピングしたドーブトシリコン膜（doped Si膜）18を成膜する。工程（H）に進み、再び光エネルギーhνを照射して、doped Si膜18にドーピングされた不純物の活性化を図る。これによりdoped Si膜18が低抵抗化される。最後に工程（I）で、低抵抗化されたdoped Si膜18をアイランド状にパタニングし、ソース領域19及びドレイン領域20に加工する。さらに、これらに重ねてソース電極21及びドレイン電極22をパタニング形成する。以上により、ボトムゲート型の薄膜トランジスタが完成する。

【0012】最後に、図3を参照して本発明により製造された薄膜半導体装置を組み込んだアクティブマトリクス型液晶表示装置の一例を説明する。図示する様に、本表示装置はガラス等からなる絶縁基板101と同じくガラス等からなる対向基板102と両者の間に保持された液晶103とを備えたパネル構造を有する。絶縁基板101には画素アレイ部104と駆動回路部とが集積形成されている。駆動回路部は垂直駆動回路105と水平駆動回路106とに分れている。画素アレイ部104には互いに直交してゲートライン107と信号ライン108が形成されている。両ライン107、108の交差部には画素スイッチング用の薄膜トランジスタ109が形成されている。この薄膜トランジスタ109は本発明に従って集積形成されたものである。これと対応して画素電極110も形成されている。薄膜トランジスタ109のソース電極は対応する信号ライン108に接続され、ゲート電極は対応するゲートライン107に接続され、ドレイン電極は対応する画素電極110に接続されている。又、垂直駆動回路105及び水平駆動回路106を構成する薄膜トランジスタも本発明に従って集積形成されたものである。この絶縁基板101の周辺部上端には外部接続用の端子111が形成されている。この端子111は配線112を介して垂直駆動回路105及び水平駆動回路106に接続している。対向基板102の内表面には図示しないが対向電極が形成されている。

【0013】かかる構成を有する液晶表示装置は以下の工程により製造される。先ず成膜工程を行ない絶縁基板101上に水素を含有した状態で非晶質半導体薄膜を形成する。次に脱水素工程を行ない、非晶質半導体薄膜に第一種の光エネルギーを照射して含有水素を予め除去する。続いて多結晶化工程を行ない、非晶質半導体薄膜に第二種の光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換する。この後第一加工工程を行ない、該多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタ109を集積形成する。さらに第二加工工程を行ない、個々の薄膜トラン

ジスタ109に接続して画素電極110をパタニング形成する。最後に組立工程を行ない、所定の間隙を介して絶縁基板101に対向基板102を接合し且つ該間隙に液晶103を封入する。

#### 【0014】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、非晶質半導体薄膜に第一種の光エネルギーを照射して含有水素を離脱させた後、これに第二種の光エネルギーを照射して多結晶半導体薄膜に転換している。この多結晶半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する。従来の熱アニールに代え、光アニールで水素抜きを行なっている為、絶縁基板と薄膜間の熱膨張率の違いによる膜割れが生じない。又、熱アニールに比べ光アニールによる水素抜きは反応が早く生産性が高いという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる薄膜半導体装置製造方法の工程図である。

【図2】同じく本発明にかかる薄膜半導体装置製造方法の工程図である。

【図3】本発明に従って製造されたアクティブマトリクス型液晶表示装置の一例を示す斜視図である。

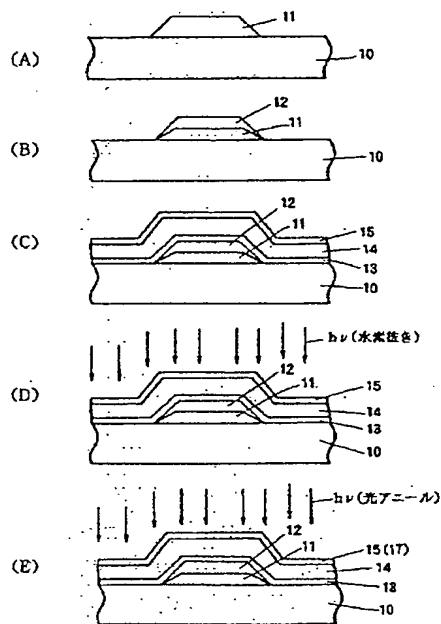
【図4】従来の薄膜半導体装置製造方法の一例を示す工程図である。

【図5】同じく従来の薄膜半導体装置製造方法の一例を示す工程図である。

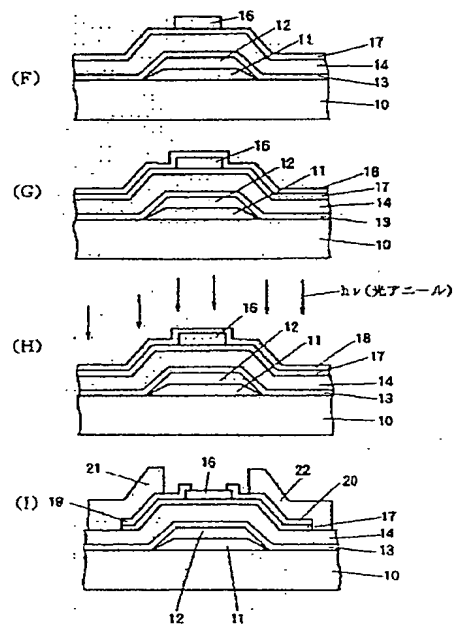
#### 【符号の説明】

- 10 絶縁基板
- 11 ゲート電極
- 15 非晶質シリコン膜
- 17 多結晶シリコン膜
- 19 ソース領域
- 20 ドレイン領域
- 21 ソース電極
- 22 ドレイン電極

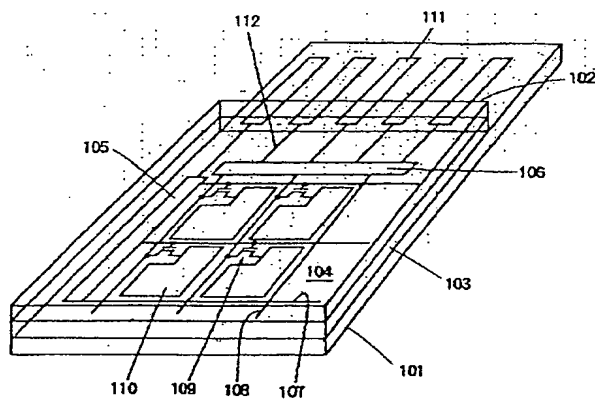
【図1】



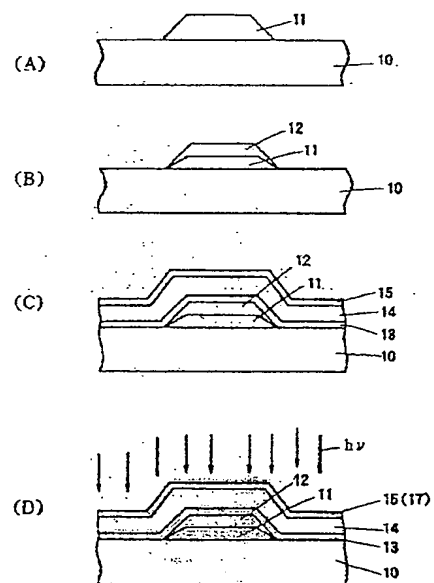
【図2】



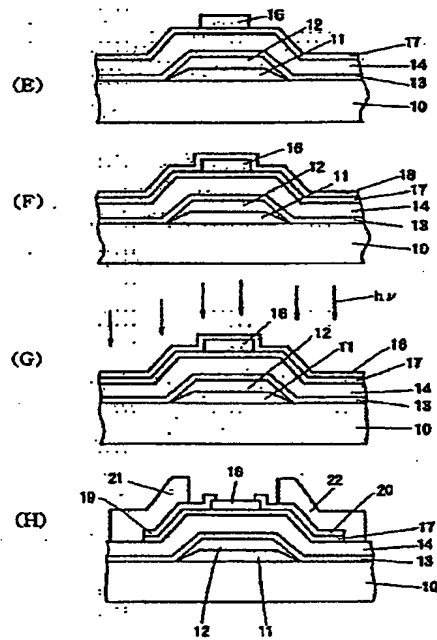
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H01L 27/12

識別記号 庁内整理番号  
R

F I

技術表示箇所

PAT-NO: JP408148692A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08148692 A  
TITLE: MANUFACTURE OF THIN-FILM SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: June 7, 1996

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SUZUKI, NOBUAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
SONY CORP N/A

APPL-NO: JP06314151  
APPL-DATE: November 24, 1994

INT-CL (IPC): H01L029/786, H01L021/336, H01L021/20, H01L021/268, H01L027/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To make a dense film by irradiating high-energy light of shorter wavelengths when that of an optical absorption end and thereby separating hydrogen.

CONSTITUTION: On an insulating substrate 10 which is made of glass, etc., a gate electrode 11 is formed. Then, the gate electrode 11 is anodic-oxidized and thereby is covered by an anodic oxide film 12. Next, an  $\text{SiN}<\text{SB}>\text{x}</\text{SB}>$  film 13, an  $\text{SiO}<\text{SB}>2</\text{SB}>$  film 14, and an a-Si film 15 are formed continuously by P-CVD. The  $\text{SiN}<\text{SB}>\text{x}</\text{SB}>$  film 13 and the  $\text{SiO}<\text{SB}>2</\text{SB}>$  film 14 work as gate insulating films, especially the  $\text{SiN}<\text{SB}>\text{x}</\text{SB}>$  film 13 serves for a getter of movable ions such as  $\text{Na}<\text{SP}>+</\text{SP}>$  ions. On the other hand, the a-Si film 15 is later converted to a polycrystalline silicon film and then is used as an active layer of a thin-film transistor. Light energy h<sub>av</sub> of the first kind is irradiated on the a-Si film 15 to separate hydrogen included in the film. Then, light energy of the second kind is irradiated on the a-Si film 15 to convert that film to a polycrystalline silicon film 17. As for the light energy of the second kind, laser light of relatively high output can be irradiated by single shots. Pulsed excimer laser can be used as a source of energy.

COPYRIGHT: (C)1996, JPO